

## 1. Title of the Invention

### LIQUID CYRSTAL DISPLAY DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

## 2. Scope of the Claims

(1) A liquid crystal display device characterized in that a liquid crystal is filled between a couple of electrode boards with the medium of an alignment film that has unevenness in the shape of a grating by the irradiation of 2 beam interference fringe of a laser ray on the surface, and pillar-shaped spacers are arranged in the area excluding a pitch portion and a switching device.

(2) The liquid crystal display device according to Claim 1, characterized in that a color filter is arranged on the surface of one of the electrode boards.

(3) The liquid crystal display device according to Claim 2, characterized in that a transparent conductive layer is formed on the entire surface of the color filter.

(4) The liquid crystal display device according to Claim 2, characterized in that the transparent conductive layer on the color filter is connected to the switching device and becomes independent, corresponding to the pitch.

(5) A manufacturing method of a liquid crystal display device characterized in comprising a process of forming a pillar-shaped insulating layer in the area excluding the pitch portion and the switching device on the surface of either one of the electrode boards, when manufacturing a liquid crystal display device formed by filling a liquid crystal between a couple of electrode boards with the medium of an alignment film that has unevenness in the shape of a grating by the irradiation of 2 beam interference fringe of a laser lay on the surface

(6) The manufacturing method of a liquid crystal display device according to Claim 5, characterized in that the pillar-shaped insulating layer is a photosensitive polyimide resin.

(7) The manufacturing method of a liquid crystal display device according to Claim 6, characterized in that the pillar-shaped insulating layer is formed by the process of coating a polyimide resin soluble in a developer solution of a photosensitive resin, the process of coating a photosensitive resin, the process of selective exposure, and the process of developing said photosensitive resin.

(8) The manufacturing method of a liquid crystal display device according to Claim 5, characterized in that a color filter is formed on the surface of either one of the electrode boards before the formation of the pillar-shaped insulating layer.

(9) The manufacturing method of a liquid crystal display device according to Claim 8, characterized in that a transparent conductive layer is formed on the color filter.

(10) The manufacturing method of a liquid crystal display device according to Claim 8, characterized by comprising a process of forming an opening portion in the color filter, a process of forming a transparent conductive layer corresponding to a pitch on the color filter.

### 3. Detailed Explanation of the Invention

#### Industrially Applicable Field

The present invention relates to a liquid crystal display device for displaying a letter or a picture, and a manufacturing method thereof. Especially, the present invention provides a liquid crystal display device having a structure wherein a function

of improving the precision of the thickness of the liquid crystal cell is given to the surface of the electrode board by a new method, and a manufacturing method thereof.

#### Structure of the Conventional Embodiment and Problems thereof

In the basic constitution of the liquid crystal display device, a polarizer is combined with a panel wherein a liquid crystal is filled between a couple of electrode boards. The shade of a light passing through the liquid crystal display device is controlled by the differential in the birefringence between the liquid crystal molecules aligned in the early stage, and the liquid crystal molecules realigned with the voltage being applied thereto. To make an early alignment of the liquid crystal, a series of treatments called an alignment treatment are made on the inner wall of the panel that the liquid crystal contacts.

One example of the alignment treatment is, for example, to coat a polyimide resin thinly (approximately in a thickness of more or less 0.1  $\mu\text{m}$ ), harden the polyimide resin by heating it in the temperature of more than 200 °C, and rub the hardened resin with a nylon or vinyl fiber in a uniform direction several times, which is called a rubbing method of an alignment treatment.

In the rubbing method, the quality of an organic alignment film, the hardening condition, the quality of a rubbing fiber, the structure of a fiber, and the pressure, relative speed and number of rubbing are combined and experimented to obtain empirically optimal conditions. However, the rubbing method has many defects that the fallen off rubbing fiber, refuse, or dust incurs defects or abnormal scratches on the surface of the alignment film, when the surface of the alignment film is mechanically rubbed, and the alignment capacity is changed and irregular alignment is incurred as the

number of usage of the rubbing fiber increases, because the rubbing fiber does not have sufficient durability.

Also, the electrode board of the liquid crystal panel for displaying a picture, on which switching devices like thin film transistors respectively corresponding to a plurality of pitches are constituted, always has unevenness on the surface. In the alignment by the rubbing method, alignment mottles occur near the step height of the unevenness, and the greater the step height is, the more obvious the mottles become. Also, the number of cases where the electrification caused by the rubbing incurs the electrostatic breakdown of the switching device or other devices is not small.

And, it is a matter to be considered that there is a great restriction that no chemical treatment can be made on the surface of the alignment film after the alignment treatment is completed. The alignment treatment by rubbing is almost certainly removed not only by the cleansing by use of organic solvents but also cleansing by use of water only, and the early alignment of liquid crystal molecules cannot be realized. A treatment to the extent that fibers fallen off from the rubbing cloth is blown by the abrasive blasting of a dry nitrogen gas can be added, at the most.

Such a great restraint becomes a largest obstacle in controlling precisely or optionally controlling the thickness of the liquid crystal cell. In the process of injecting a liquid crystal into the liquid crystal cell, the space constituted by a couple of electrode boards is decompressed by the combined use of a seal material. The liquid crystal is injected simultaneously with the cancellation of the decompression. Under reduced pressure, a couple of electrode boards are drawn near to each other by the atmospheric pressure, being pressed and bent. Therefore, a certain amount of spacers are required between electrode boards. When a proper amount of spacers exist, the

electrode boards are prevented from being drawn near to each other excessively, and the precision of the thickness of the gap of the liquid crystal cell is secured.

However, as described above, after the alignment treatment by rubbing is completed, no chemical treatment is allowed. Therefore, there is no way of controlling the gap thickness other than scattering spacers in a suitable shape on one of the electrode boards. In a simple liquid crystal panel like the liquid crystal panel, on which there is only a transparent electrode, there exist only  $0.1\text{ }\mu\text{m}$  of step height on the electrode board at the most. Therefore, considerably high-precision gap thickness is realized by scattering insulating balls or fibers, whose particles have suitable diameters.

However, in a liquid crystal panel, in which switching devices like thin film transistors are built into the electrode board, generally more than  $1\text{ }\mu\text{m}$  of step height exists. Therefore, when spacer materials are scattered in order to control the gap thickness, the spacer material located at the highest position of the electrode board contributes to the controlling of the gap thickness. The spacer material located at the lower position of the electrode board drifts among the liquid crystal between a couple of electrode boards and does not play any role in the state of being assembled to the panel. The higher position on the electrode board is an area where a switching device, a scanning line or a signal line exists. If the spacer material is on such an area, a certain degree of pressure will be given to those parts through the spacer material. Especially, if an extreme pressure is given to the switching device, the leakage current considerably increases. Then, to facilitate dispersion of the pressure, a large amount of spacer materials should be scattered, and spacer materials floating superfluously lowers the optical amount of the liquid crystal cell.

A fiber is used as a spacer to avoid the concentration of the pressure, but it is impossible to prepare a plurality of fibers having diameters of optional values.

#### Object of the Invention

The object of the present invention is to remove the defects of the conventional alignment film and adjusting method of the gap thickness, and to provide a liquid crystal display panel having an alignment film, on which an alignment treatment is made by a new method, and a pillar-shaped spacer that does not affect the alignment film, and a manufacturing method thereof. Another object of the present invention is to provide a panel structure that achieves an optional gap thickness.

#### Constitution of the Invention

The present invention has a novelty in that it does not form traces, which is small in the size of the atom or the molecule, on the surface of the alignment film like in the conventional rubbing method, but forms a shallow recess on the surface of the alignment film by the two beam interference fringe of the laser ray. The present invention has an inventive step in that it forms a pillar-shaped spacer without breaking down the shallow recess. Embodiments of the present invention will be explained with reference with the drawings on below.

#### Explanations of the Embodiments

Fig. 1 is a schematic diagram of a liquid crystal display panel according to the present invention. A liquid crystal (5) is filled between a lower electrode board (2) having a transparent electrode (1) corresponding to a plurality of pixels and the other electrode board (4) having a transparent electrode (3) on the whole surface, with a seal (6) sealing up the circumference thereof. This liquid crystal cell (7) is inserted between two polarizers (8 and 9) and constitutes a transmission-type liquid crystal

display device or panel (11) for displaying a picture as a whole, by using an external light or adding a plane light source body (10) in any way.

To make an early alignment of the liquid crystal (5), an alignment film is coated on the side of the electrode plane of the lower electrode plate (2) and on the side of the electrode surface of the other electrode board (4), and an alignment treatment is required. However, the present invention does not use a rubbing method, but uses a two beam interference fringe of a laser ray. And an embodiment of the present invention wherein a polyimide resin is used in the alignment film, and a photosensitive resin is used as an alignment treatment material will be explained.

A polyimide resin (12) is thinly ( $0.1\sim0.2\ \mu\text{m}$ ) coated on said electrode board (2 and 4) and is hardened by being heated in a temperature of more than  $200\ ^\circ\text{C}$ . Then, a positive photosensitive resin (13), for example, AZ-1350 of the Sitplay Company, is thinly ( $0.1\sim0.2\ \mu\text{m}$ ) coated, and pre-baked. Then, as illustrated in Fig. 2, the two beam interference infringe of the laser ray is irradiated. The beam coming out of the laser ray (15) goes into the condenser (18) through the reflectors (16,17), passes through a pinhole (19), and becomes a parallel beam having a broadened luminous flux through a collimator lens. Then, the parallel beam is reflected by the reflector (21), is divided in the beam-splitter (22), is reflected by the reflectors (23 and 24), and goes into the photosensitive resin (13) coated on the electrode board (2(4)). The two beams of the laser parallel light that are divided in two parts incurs interference in a space near this sample, and produces interference in the shape of a slit on the surface of the sample. Fig. 2 illustrates a case where the optic axes of the two beams going into the surface of the sample are at an equal angle against the normal of the sample surface. Fig. 3

illustrates the distribution of the light intensity on the sample surface and the sectional pattern obtained after the development of the photosensitive resin. The sectional pattern forms a grating (fretwork) (13') in the shape of unevenness, corresponding to the distribution of the light intensity. Then, a polyimide resin pattern (12') having unevenness in the shape of a grating as illustrated in Fig. 4 is obtained by performing a post-baking, removing the photosensitive resin pattern in the  $O_2$  plasma, for example, and etching the polyimide resin, according to needs.

It is desirable that the grating pitch is small to increase the degree of the alignment of the liquid crystal. However, grating having a pitch of  $0.2\ \mu\text{m}$  and a depth of  $500 \sim 1000\text{\AA}$  shows good alignment, experimentally. He-Cd laser,  $\lambda = 441\text{\AA}$  is used as a light source of the laser. However, it is easy to make the pitch small by using a laser having a shorter wave length or changing the incident angle of the two beams.

Also, if the two beams go into the surface of the sample, with the angle between their optical axes and the sample surface being a sloping angle, the sectional pattern of the photosensitive resin formed on the sample surface comes to have the shape of the teeth of a saw. Therefore, it is possible to make the sectional pattern of the polyamide resin have the shape of teeth of a saw. Even if the sectional pattern of the photosensitive resin is not in the shape of the teeth of a saw, it is easy to make the sectional pattern of the polyimide resin have the shape of the teeth of a saw by adopting an oriented RIBE (Reactive Ion Beam Etching) in the etching of the polyimide resin. It effectively gives directivity to the displaying capacity of the liquid crystal display device, or prevents partial mottles in the shading by a reverse tilt, to make the sectional pattern of the polyimide resins, which becomes an alignment film, have asymmetry.



The introduction of a pillar-shaped spacer, which is another main point of the present invention, will be explained. Fig. 5 is a plane figure of the electrode board (2), in which a thin film transistor, a signal line (25), and a scanning line (26) are formed, corresponding to a plurality of pitch electrodes (1). The thin film transistor consists of a gate that doubles as a scanning line (26), a source (drain) that doubles as a signal line (26), and a drain (source) (27). The drain (27) and the pitch electrode (1) are connected through an opening portion (28) formed in the gate insulating layer (31). And reference number 29 is a semiconductor in the shape of an island.

As described above, to avoid deteriorating the displaying capacity of a liquid crystal, and avoid influencing the operation of the thin film transistor, the optimal arrangement place of the pillar-shaped spacer (30) is the place including the scanning line (26) or the signal line (25). This is because these patterns are generally formed in an almost flat base between pitches in a width of more than 5  $\mu\text{m}$ , and it is easy to make the height of the pillar-shaped spacer (30) be more than 5  $\mu\text{m}$ . Also, needless to say, the height of the pillar-shaped spacer (30) is set up (1) to be higher than the highest position on the electrode board, and (2) to make the distance between the plane, on which the liquid crystal contacts the electrode board (2), and the plane, on which one electrode contacts the liquid crystal on the electrode board (4), be the gap thickness. Also, even though it is not illustrated, it is needless to say that an alignment film (12') is formed by the irradiation of the two beam interference of the laser ray on the electrode board (1). Fig. 6 is a perspective view.

Although it is a method of forming a pillar-shaped spacer, as explained above, since an alignment film (12') of a polyimide resin is formed in the present invention, a

sufficient hardening treatment is made, and it is selectively formed by the coating, exposure and development of a photosensitive polyimide, for example Photonis UR-3100, a product of Toray Company. Otherwise, in the combination of the positive photosensitive resin and SP-910, when the photosensitive resin is developed, the pattern of the polyimide resin SP-910 is simultaneously output. Therefore, a pillar-shaped spacer of SP 910 is formed by removing the positive photosensitive resin with organic solvents like IPA or MEK after development. The alignment film (12') consisting of a hardened polyamide resin is not melted, and the composition thereof is not changed in these series of chemical treatments. Therefore, after the formation of the pillar-shaped spacer (30), the pillar-shaped spacer (30) is hardened through a heating treatment in the temperature of over 200°C, and thereby the electrode board of the liquid crystal display device of the present invention is completed. The alignment film (12') is additionally hardened, but is not changed physically or chemically by such a hardening.

An optional value in the range of 0.1 ~ 19  $\mu\text{m}$  can be selected to be the height of the pillar-shaped spacer by adjusting the viscosity of said polyimide resin or the revolution per minute at the time of the spin coating. Also, the number of the pillar-shaped spacers is properly reduced, without the need to arrange them in each pitch.

Also, it is possible to install the pillar-shaped spacer (30) on the other electrode board (4) having a transparent layer (3) and an alignment film (12') formed on the whole surface of the main surface thereof, instead of the electrode board (2) having a plurality of pitch electrodes (1) arranged thereon. However, in such a case, aligning is required for the spacers to be adhered to the couple of boards (2 and 4) in the assembling of the liquid crystal cell (7).

A color filter is required to colorize the liquid crystal display device described above, and the color filter is arranged in the space consisting of an electrode board (2), a liquid crystal (5) and an electrode board (4), in order to prevent spread of the optical path difference by the thickness of the electrode board. Other embodiments of the present invention are constituted according to the arrangement of the color filter, and the color filter is arranged on:

(a) an electrode board (2) having a plurality of pitches and switching devices thereon; or

(b) an electrode board (4) having a transparent electrode on the whole surface thereof.

And, a transparent conductive layer and an alignment film are naturally formed on the color filter, to prevent the voltage applied to the liquid crystal layer (6) from being lowered by the intervention of the color filter. And in the case of (a), a means for connecting the transparent electrode formed on the color filter and the switching device through the opening portion formed in the color filter is provided. The pillar-shaped spacer can be easily formed in any cases of (a) and (b), and if a color filter is introduced, aligning with a couple of electrode boards (2 and 4) is necessarily required.

Also, the material of the electrode board should have transparency and insulating property. For example, a glass is suitable as a material of the electrode board, but quartz or a resin is used according to method of forming the switching device. The switching device is not limited to be a MIS transistor.

#### Effects of the Invention

As described above, the present invention provides a liquid crystal display device having good display quality, wherein the alignment treatment is performed by a

photofabrication technique, and thus various defects or abnormal scratches on the surface, which are the problems caused by the conventional mechanical rubbing of the surface, do not occur, and uniform alignment quality having small macroscopic and microscopic mottles of the alignment can be obtained. Also, there is no worry over the electrostatic breakdown of the device.

Also, the present invention can precisely establish the thickness of the liquid crystal layer without damaging displaying quality, and thus can easily maintain color purity, when colorized.

#### 4. Brief Explanation of the Drawings

Fig. 1 is an exploded view of the liquid crystal display device of the present invention.

Fig. 2 is a system view of the two beam interference device of a laser ray.

Fig. 3 is a sectional view of the electrode board given the irradiation of the two beam interference.

Fig. 4 is a sectional view of the alignment film according to the present invention.

Figs. 5 and 6 are a plane figure of main parts and a perspective view of the liquid display device according to the present invention.

#### <Explanation of Reference Numerals>

1 : a pitch electrode	2, 4 : an electrode board
3 : a transparent conductive layer	5 : a liquid crystal
7 : a liquid crystal cell	8, 9 : a polarizer

12, 12' : a polyimide resin

13, 13' : a photosensitive resin

15 : a light source of a laser

25 : a signal line

26 : a canning line

30 : a pillar-shaped spacer

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭60-217343

⑪ Int.Cl.<sup>4</sup>

G 02 F 1/133

識別記号

1 2 3  
1 1 8  
1 1 9

庁内整理番号

8205-2H  
D-8205-2H  
7370-2H

⑬ 公開 昭和60年(1985)10月30日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全7頁)

⑭ 発明の名称 液晶表示装置およびその製造方法

⑮ 特 願 昭59-74024

⑯ 出 願 昭59(1984)4月13日

⑰ 発 明 者 川 崎 清 弘 門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

⑱ 出 願 人 松下電器産業株式会社 門真市大字門真1006番地

⑲ 代 理 人 弁理士 中尾 敏男 外1名

## 明 細 書

## 1、発明の名称

液晶表示装置およびその製造方法

## 2、特許請求の範囲

- (1) 一対の電極基板間に、その表面にレーザ光の2光束干渉縞の照射によるグレーティング状の凹凸を有する配向膜を介して液晶を充填し、絵素部とスイッチング素子を除いた領域に柱状スペーサが配置されていることを特徴とする液晶表示装置。
- (2) いずれかの電極基板の表面にカラーフィルタが配置されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の液晶表示装置。
- (3) カラーフィルタの表面に透明導電層が全面にわたって形成されていることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の液晶表示装置。
- (4) カラーフィルタ上の透明導電層が絵素に対応してスイッチング素子に接続され独立していることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の液晶表示装置。

- (5) 一対の電極基板間に、その表面にレーザ光の2光束干渉縞の照射によるグレーティング状の凹凸を有する配向膜を介して液晶を充填してなる液晶表示装置の製造に際し、いずれか一方の電極基板表面上で絵素部とスイッチング素子を除いた領域に柱状の絶縁層を形成する工程を有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。
- (6) 柱状の絶縁層が感光性ポリイミド樹脂であることを特徴とする特許請求の範囲第5項に記載の液晶表示装置の製造方法。
- (7) 柱状の絶縁層の形成が、感光性樹脂の現像液に溶解可能なポリイミド樹脂を塗布する工程と、感光性樹脂を塗布する工程と、選択的露光工程と、前記感光性樹脂を現像する工程とからなることを特徴とする特許請求の範囲第5項に記載の液晶表示装置の製造方法。
- (8) 柱状の絶縁層の形成に先立ち、いずれか一方の電極基板表面上にカラーフィルタが形成されることを特徴とする特許請求の範囲第6項に記載の液晶表示装置の製造方法。

- (9) カラーフィルタ上に透明導電層が形成されることを特徴とする特許請求の範囲第8項に記載の液晶表示装置の製造方法。
- (10) カラーフィルタに開口部を形成する工程と、絵素に対応してカラーフィルタ上に透明導電層を形成する工程と、前記絵素内のスイッチング素子と前記透明導電層とを接続する工程とを有することを特徴とする特許請求の範囲第8項に記載の液晶表示装置の製造方法。

### 3、発明の詳細な説明

#### 産業上の利用分野

本発明は文字あるいは画像表示用の液晶表示装置およびその製造方法に関し、とくに電極基板表面に新規な方法で液晶セル厚の精度向上機能を賦与した構造の液晶表示装置およびその製造方法を提供するものである。

#### 従来例の構成とその問題点

液晶表示装置の基本構成は、一対の電極基板間に液晶を充填したパネルに偏光板を組み合わせたもので初期配向した液晶分子と電極に電圧を印加

した状態で再配列した液晶分子との複屈折性の差により、液晶表示装置を通過する光の濃淡を制御するものである。液晶を初期配向させるには通常液晶の接するパネル内壁に配向処理と呼ばれる一連の処理が施される。

配向処理の一例は有機材料、例えばポリイミド樹脂を薄く(約0.1  $\mu\text{m}$  前後)塗布し、約200℃以上の加熱処理で硬化した後に、ナイロン系またはビニール系の繊維を一定方向に何度かこすりつけるもので、配向処理のラビング法と呼ばれる。

ラビング法では有機配向膜の材質、硬化条件、ラビング布の材質、繊維構造、こすりつけの押圧力、相対速度、回数等を組合せてより実験し、経験的にその最適条件を求めているのが実情である。しかしながら、ラビングの場合機械的に配向膜表面をこすることから、脱落したラビング布繊維やごみ、ちりにより配向膜表面に欠陥や異常スクラッチを生じ易いこと、ラビング布の耐久性が十分でないために使用回数を重ねる度に配向性能が変化したり、配向の不均一を生じるなどの欠点があ

る。

さらに画像表示用の液晶パネルで、多数の絵素の一つ一つに対応して薄膜トランジスタなどのスイッチング素子が電極基板に構成されたものでは、基板表面に必らず凹凸がありラビング法による配向ではこの凹凸の段差近傍で配向のむらを生じることがあり、とくに段差が大きいほど顕著である。加えてラビングによる帯電によってスイッチング素子やその他の素子を静電破壊させてしまうことも少なくない。

そして配向処理が終了した後は、配向膜表面にいかなる化学的処理をしてもならないという大きな制約があることも特記すべき事項であろう。有機溶材による洗滌はもちろんのこと、水洗のみの処理であってもラビングによる配向処理はほぼ確実に失われ、液晶分子の初期配向は実現されない。精々、乾燥窒素ガスの吹きつけによるラビング布の脱落した繊維を吹き飛ばす位の処理しか追加できない。

この大きな制約が液晶セルの厚みを精密あるい

は任意に制御するための最大の障害となっている。液晶セルに液晶を注入する工程で、一対の電極基板で構成される空間はシール材の併用により減圧される。そして減圧の解除とともに液晶が注入されるのである。減圧状態では大気圧によって一対の電極基板は押し曲げられて近づきあうので、何らかのスペーサが電極基板間に必要である。このスペーサが適当量存在すれば電極基板が接近しすぎることは防止され、液晶セルのギャップ厚は精度が保証される。

ところが先述したように、ラビングによる配向処理が終了した後はいかなる化学処理も許されないことから、電極基板の一方上に適当な形状のスペーサを散布することしかギャップ厚の制御はできない。そして簡単な液晶パネル、すなわち透明電極しか電極基板上に存在しないような液晶パネルでは、電極基板上には高々0.1  $\mu\text{m}$  程度の段差しか存在しないので絶縁性の適当な粒径を有するボールまたはファイバを散布することにより極めて高精度のギャップ厚が実現されている。

しかしながら薄膜トランジスタなどのスイッチング素子を電極基板上に組みこんだ液晶パネルでは、通常 $1\mu\text{m}$ 以上の段差が存在する。したがってギャップ厚を制御する目的でスペーサ材を散布すると、スペーサ材は結局電極基板上の一番高い所に位置するものがギャップ厚の調整に寄与することになり、電極基板上の低い所に位置するスペーサ材はパネルに組み立てられた状態では一對の電極基板間の液晶中を漂い、何の役目も果たないことが分るであろう。電極基板上の高い所というのは、スイッチング素子や走査線あるいは信号線が存在する領域であり、これらの領域にスペーサ材があれば、当然ある程度の圧力がスペーサ材を介してかかることは言うまでもない。とくにスイッチング素子では過度の圧力が加わるとリーク電流の増大するものが少なくない。そうすると圧力の分散を助長するために大量のスペーサ材を散布せねばならなくなり、余分に漂うスペーサが液晶セルの光学的諸量を低下させることになる。

スペーサ材としては圧力の集中が生じないよう

に、結局はファイバが使用されるのであるが、その直径を任意の値で多数準備しておくことは不可能である。

#### 発明の目的

本発明はこのような従来の配向膜およびギャップ厚の調整方法の欠点を改善し、新規な方法で配向処理した配向膜、および配向膜に影響を与えない柱状スペーサを有する液晶表示パネルおよびその製造方法を提供するものであり、また本発明の別の目的は任意のギャップ厚を達成しうるパネル構造の提供にある。

#### 発明の構成

本発明においては、従来のラビング法のように配向膜表面に原子あるいは分子的規模の弱い痕跡を形成するのではなく、レーザー光の2光束干渉縞によって配向膜表面に浅い溝を形成する点で新規性を有し、またこの浅い溝を破壊することなく柱状スペーサを形成ならしめた点に進歩性を有するものであり、以下図面とともに本発明の実施例について説明する。

#### 実施例の説明

第1図は本発明による液晶表示パネルの構成図を表わし、多数の画素に対応した透明電極1を有する下側の電極基板2と全面透明電極3を有するもう一方の電極基板4との間に液晶5をシール6で周囲を封止して充填してある。この液晶セル7は2枚の偏光板8および9に挟まれており、外光を何らかの方法で利用するか、あるいは面光源体10を加え、全体として画像表示用の透過型液晶表示装置またはパネル11を構成している。

液晶5を初期配向させるためには下側の電極基板2の電極面側およびもう一方の電極基板4の電極面側に配向膜を塗布し、さらに配向処理が必要であるが、本発明においてはラビング法ではなくレーザー光の2光束干渉縞を用いる。そして、本発明においてはポリイミド樹脂を配向膜に用い、配向処理材として感光性樹脂を用いた例を述べる。

前記電極基板2および4にポリイミド樹脂12を薄く( $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ )塗布し、 $200^{\circ}\text{C}$ 以上の加熱によりキュアする。その後ポジ型感光性樹

脂13、例えばシップレイ社のAZ-1350をやはり薄く( $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ )塗布しブリークを行なった後、第2図に示すようにレーザー光の2光束干渉縞の照射を行なう。レーザー光源15を出た光線は反射鏡16、17を経て集光レンズ18に入射し、ピンホール19を通過後、コリメータレンズ20を通過して光束の広がった平行光線となる。その後、さらにこの平行光線は反射鏡21で反射された後ビームスプリッタ22で2分割され、反射鏡23および24で反射されて電極基板2(4)上に塗布された感光性樹脂13に入射する。2分割されたレーザー平行光の2光束は、この試料付近の空間で干渉を生じ、試料面上にスリット状の干渉縞を生ぜしめる。第2図では2光束の光軸が試料面の法線方向に対して等角度で入射した場合を示しており、この時の試料表面の光強度分布と、感光性樹脂の現像後に得られる断面パターンを第3図に示す。断面パターンは光強度分布に対応して凹凸状のグレーティング(格子)13'となる。その後必要に応じてポストベークを行ない、例え



ば $O_2$ プラズマ中で感光性樹脂パターンを除去するとともにポリイミド樹脂を食刻すれば第4図に示すようにグレーティング状の凹凸を有するポリイミドの樹脂パターン12'が得られる。

グレーティングのピッチは液晶の配向度を上げるためには小さい方が望ましいが、実験的に試作した $0.2\mu m$ ピッチ、深さ $500\sim 1000\text{\AA}$ のグレーティングでも良好な配向を示した。レーザ光源としてはHe-Cdレーザ、 $\lambda=4416\text{\AA}$ を用いたが、より短波長のレーザを用いたり、2光束の入射角度を変えることにより小ピッチ化は容易である。

さらに2光束の光軸を試料面に対して傾いた角度で入射すると、試料表面に形成される感光性樹脂の断面パターンは鋸歯状になるので、ポリイミド樹脂の断面パターンを鋸歯状にすることも可能である。あるいは感光性樹脂の断面パターンが鋸歯状でなくとも、ポリイミド樹脂の食刻に方向性のあるRIIBE(反応性イオンビーム食刻)などを採用すれば、ポリイミド樹脂の断面パターンを

鋸歯状に形成することは容易なことである。このように配向膜となるポリイミド樹脂の断面パターンに非対称性を持たせることは、液晶表示装置の表示性能に指向性をつけたり、逆ティルトによる濃淡の部分的なむらを防止したりする点で効果的である。

次に本発明のもう一つの要点である柱状スペーサの導入について説明する。第5図は多数の絵素電極1に対応して薄膜トランジスタと信号線26と走査線26とが形成された一方の電極基板2の平面図を示す。薄膜トランジスタは走査線26を兼ねるゲートと、信号線26を兼ねるソース(ドレイン)とドレイン(ソース)27よりなり、ドレイン27と絵素電極1はゲート絶縁膜31に形成された開口部28を介して接続されている。なお29は島状の半導体層である。

既に述べたように液晶の表示性能を低下させないこと、薄膜トランジスタの動作に影響を与えないことを考慮すると柱状スペーサ30の配置場所としては走査線26または信号線26を含む場所

が最適であることが分る。なぜならば通常これらのパターンは絵素と絵素の間の概ね平坦な下地上に $5\mu m$ 以上の幅で形成されるからで、柱状スペーサ30の高さも $5\mu m$ 以上にすることが容易だからである。なお言うまでもないことだが、柱上スペーサ30の高さは(1)電極基板2上の最も高い所よりも高く、(2)液晶が電極基板2と接する面ともう一極の電極基板4上で液晶と接する面との距離をギャップ厚とするように設定される。なお図示はしないが電極基板2上にはレーザ光の2光束干渉照射による配向膜12'が形成されていることは言うまでもない。第6図は同じく斜視図である。

さて柱状スペーサの形成方法であるが、既に述べたように本発明ではポリイミド樹脂による配向膜12'が形成されているので、十分なキュア処理が施されていることは言うまでもなく、感光性ポリイミド、例えば東レ製フォトニースUR-3100の塗布・露光・現像によって選択的に形成される。あるいはポジ型感光性樹脂とSP-910の組み合わせでは感光性樹脂の現像時にポリイミド系樹

脂SP-910も同時にパターン出しされるので、現像後にIPAやMEKなどの有機溶材を用いてポジ型感光性樹脂を除去すればSP-910の柱状スペーサが形成される。これら一連の化学処理に対してキュア化したポリイミド樹脂よりなる配向膜12'は溶解したり組成が変化することはない。したがって柱状スペーサ30の形成後に $200^{\circ}\text{C}$ 以上の加熱処理を与えて柱状スペーサ30をキュア化して本発明による液晶表示装置の電極基板が完成する。配向膜12'には追加キュアが与えられるが、それによる物理的および化学的变化は全く生じない。

柱状スペーサの高さは前記ポリイミド系樹脂の粘底および回転塗布時の回転数を調整することにより $0.1\sim 10\mu m$ までの任意の値を選ぶことができるし、また柱状スペーサの数も各絵素毎に配置する必要はなく適宜減少させられる。

なお柱状スペーサ30を多数の絵素電極1を配置した電極基板2上ではなく、一主面上に全面に透明導電層3と配向膜12'を形成されたもう一方

の電極基板4上に設けることも可能であるが、この場合には液晶セル7の組立にあたっては一对の電極基板2と4との接着時に位置合わせが必要となる。

以上述べた液晶表示装置をカラー化するためにはカラーフィルタが必要であり、電極基板の厚みにより光路差の拡散が生じるのを防止するためカラーフィルタは電極基板2、液晶5、電極基板4で構成される空間に配置される。本発明の他の実施例はカラーフィルタの配置に応じてなされるものであり、カラーフィルタを

(a) 多数の絵素とスイッチング素子を配置した電極基板2

(b) 全面に透明導電層を有するもう一方の電極基板4

の上のいずれかに配置するものである。そしてカラーフィルタの介入によって液晶層5に印加される電圧が低下するのを防ぐためには、透明導電層と配向膜は当然のごとくカラーフィルタ上に形成される。そして(a)の場合にはカラーフィルタに形

成された開口部を介してカラーフィルタ上に形成された透明電極とスイッチング素子とを接続する手段が与えられる。柱上スペースは(a)、(b)いずれに対しても容易に形成可能であり、またカラーフィルタが導入されると一对の電極基板2と4とは必ず位置合わせが必要となる。

なお、電極基板材は透明性と絶縁性を必要とし例えばガラスなどが好適であるが、スイッチング素子の形成方法によっては石英や樹脂も使用されるし、スイッチング素子もMISトランジスタに限定されるものではない。

#### 発明の効果

以上述べたごとく本発明によれば、配向処理をフォトファブ리케이션技術で行なうため、従来の機械的な表面のこすりによっていた場合に問題となった表面の各種欠陥や異常スクラッチが生じることもなく、配向の巨視的、微視的むらの少ない均一な配向品質が得られ、表示品質の優れた液晶表示装置を提供するものである。また素子の静電破壊が生じる恐れは皆無である。

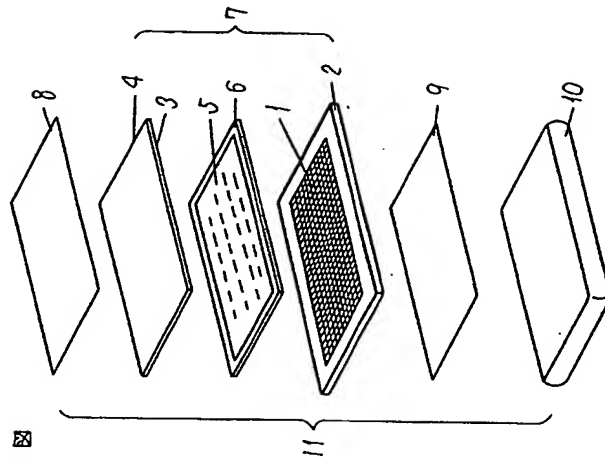
さらに、表示品質を損なうことなく液晶層の厚みを非常に高い精度で設定することができるのでカラー化した場合に色純度を保つことが容易となるなどの多くの利点がある。

#### 4、図面の簡単な説明

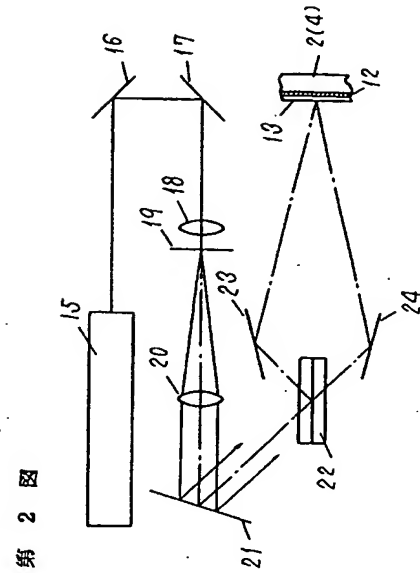
第1図は本発明にかかる液晶表示装置の分解図、第2図はレーザ光の2光束干渉装置のシステム図、第3図は2光束干渉照射を受けた電極基板の断面図、第4図は本発明による配向膜の断面図、第5、第6図は本発明による液晶表示装置の要部平面図および斜視図である。

1……絵素電極、2、4……電極基板、3……透明導電層、5……液晶、7……液晶セル、8、9……偏光板、12、12'……ポリイミド樹脂、13、13'……感光性樹脂、15……レーザ光源、25……信号線、26……走査線、30……柱状スペース。

代理人の氏名 弁理士 中 尾 敏 男 ほか1名

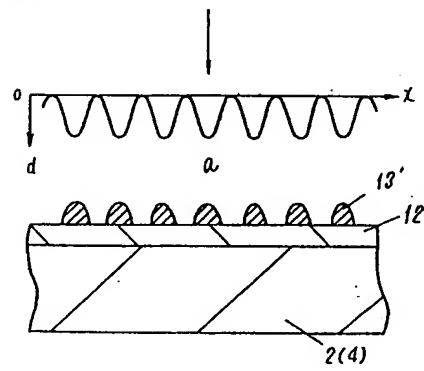


第 1 図

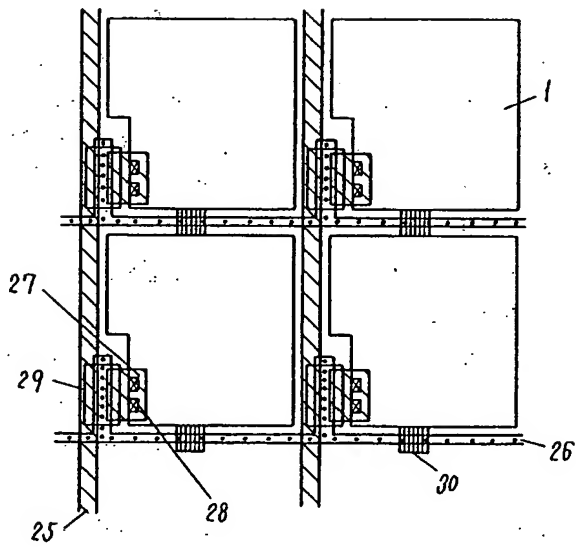


第 2 図

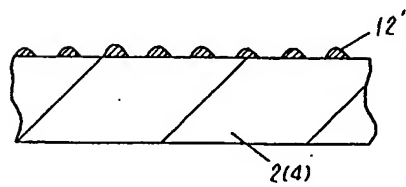
第 3 図



第 5 図



第 4 図



第 6 図

